

не в данной работе обобщается подход [2], заменяющий термодинамическую энтропию на конфигурационную.

Рассматривается система N тождественных и не взаимодействующих между собой частиц. Эти частицы находятся изначально в некоторой области пространства размером x_0 , а далее разлетаются в вакуум. Функция распределения по скоростям не известна и может быть абсолютно произвольной. Единственное ограничение в том, что скорость разлета частиц ограничена значением v и много меньше скорости света. Наблюдатели A и B хотят статистически предсказать вероятность обнаружения частиц в пространстве. Для этого пространство делится на ячейки одинакового размера L количеством G и подсчитывается число состояний W , которым обладает рассматриваемая система при расширении. Для определенности будем считать, что рассматриваемая система одномерная и наблюдатели выбирают ячейки одинакового размера (все это легко обобщается на произвольный случай). Тогда, если $G \gg N$, то $W = G^N / N!$ для наблюдателей A и B [5].

Наблюдатель B , обладающий часами, вводит координату границы расширения системы частиц как $x = x_0 + |v| \cdot t$ и, так как $G = x/L$, то $W = (x_0 + |v| \cdot t)^N / (L^N \cdot N!)$. Наблюдатель A , как уже говорилось, вводит меру времени через конфигурационную энтропию как $\tau \propto S = \ln W$. В таком случае для достаточно больших t легко получается связь $\tau \propto \ln t$. Таким образом, получается логарифмическая связь времен внутреннего и внешнего наблюдателей, подобная результатам [2-4].

1. Whitrow G.J., The Natural Philosophy of Time, Oxford University Press (1980).
2. Шаяпин Е.В., Мартюшев Л.М., Тезисы докладов II Международной молодежной научной конференции: Физика. Технологии. Инновации ФТИ-2015, 145 (2015).
3. Martyushev L.M., Terentiev P.S., The Science of Nature, 102, 29 (2015).
4. Milne E.A., Kinematic relativity, Oxford at the Clarendon Press (1948).
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Статистическая физика, Наука (1964).

GIANT MAGNETOIMPEDANCE OF FECONI ELECTROPLATED WIRES WITH DIFFERENT FEATURES OF MAGNETIC ANISOTROPY

El Kammouni R.^{*}, Volchkov S.O., Kurlyandskaya G.V.

Ural Federal University, Laboratory of Magnetic sensoric, Ekaterinburg, Russia

^{*}E-mail: elkammounirhimou@gmail.com

The giant magnetoimpedance, GMI, phenomenon in recent years has been attracting very special interest in both the basic research and technological applications [1-2]. The high importance of MI in ultra soft magnetic materials is due to the possibility to develop extremely highly sensitive small magnetic field detectors for different ap-

plications [3]. In this work we report the influence of heat treatment under applied magnetic field on the magnetic properties and GMI of CuBe/CoFeNi wires, aiming to achieve both a large GMI ratio and high GMI sensitivity with respect to magnetic field.

CuBe wires were electroplated with 1 μm thick $\text{Fe}_{20}\text{Co}_6\text{Ni}_{74}$ layer. The thickness of the magnetic layer was estimated by the time of deposition in the calibrated electrochemical cell and also using scanning electron microscopy, SEM (Fig. 1). The length of the samples used for magnetic and magnetoimpedance measurements was 3mm and 15 mm, respectively. Electrical contacts for GMI measurements were carefully done with Ag conducting painting. Field annealing was done in two regimes: in dc axial applied field, $H_{\text{dc}} = 20$ Oe, for 1 h at 330°C and in ac axial applied field with amplitude $H_{\text{ac}} = 20$ Oe and frequency $f = 50$ Hz, for 1 h at 330°C . The quasistatic hysteresis loops of the samples were measured by the conventional fluxmetric method. The longitudinal magnetoimpedance was measured using Agilent HP e4991A impedance analyzer in the sample holder adapted to the “microstripe” line. The driving current (root-mean-square) value was $I_{\text{rms}} = 10$ mA in the frequency range 1–100 MHz.

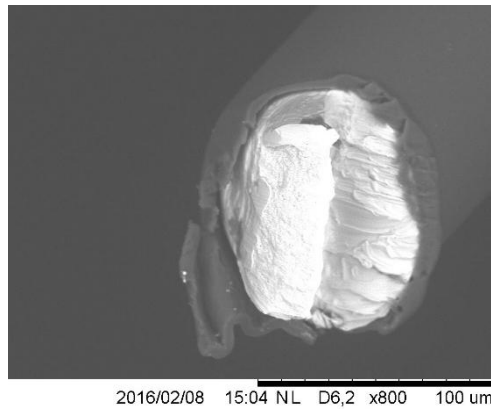


Fig.1. SEM image of CuBe/ $\text{Fe}_{20}\text{Co}_6\text{Ni}_{74}$ electroplated wire without heat treatment.

Although the maximum value of the GMI effect of the order of 250 % was observed for as-prepared ($f = 10$) and H_{dc} ($f = 5$ MHz) annealed wires, dc-field annealing changes completely the type of the effective magnetic anisotropy from circular one in as-prepared state to longitudinal one after annealing. DC annealing results in very high MI effect at a low driving current frequency of about 3 MHz: 200% for dc-annealed sample in comparison with 160% for the sample in the initial state. AC annealing results in formation of mixed type of effective magnetic anisotropy and the presence of both longitudinal and circular magnetic anisotropy components with smaller maximum value of GMI (160% for $f = 12$ MHz). The magnetic properties and magnetoimpedance characteristics were analyzed in terms of the magnetization process and domain structure, including domain-wall stabilization.

1. Beach R.S., Berkowitz A. E. J. Appl. Phys. 76, 6209 (1994).
2. Makhotkin, V.E., Shurukhin B.P., et al., Sens. Actuators, A 21, 759 (1991).
3. Yuvchenko A.A., Lepalovskii V.N., Vas'kovskii V.O., Techn. Phys. 59, 230 (2014).